

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/033126 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B21D 35/00,
53/88, C21D 1/673

[DE/DE]; Ihinger Hof 4, 71272 Renningen (DE): FIS-
CHER, Uwe [DE/DE]; Mönkeweg 2, 72184 Eutingen
(DE); MEHRHOLZ, Ralf [DE/DE]; Wildungerstrasse
75, 70372 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009607

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. August 2003 (29.08.2003)

(74) Anwalt: NÄRGER, Ulrike; DaimlerChrysler AG, Intel-
lectual Property Management, IPM-C106, 70546 Stuttgart
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
102 42 709.7 13. September 2002 (13.09.2002) DE
102 54 695.9 23. November 2002 (23.11.2002) DE

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRODT, Martin

"EXPRESS MAIL" LABEL NO.: E1550580482US
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE
UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO
ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 CFR 1.10 IN AN ENVELOPE ADDRESSED
TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA
22313-1450, ON THIS DATE. THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT
ACCOUNT 16-0877.

3-15-05
DATE

SIGNATURE

(54) Title: PRESS-HARDENED PART AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: PRESSGEHÄRTETES BAUTEIL UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

(57) Abstract: The aim of the invention is to produce a metallic molded part, particularly a vehicle body part, from a semifinished product made of an unhardened thermally moldable steel sheet. Said aim is achieved by first shaping the semifinished product by means of a cold-deforming method, particularly by deep drawing, so as to obtain a single blank part (step II). The edge side of the blank part is then cut so as to create an edge contour which approximately corresponds to the edge contour of the part that is to be produced (step III). The cut blank part is ultimately heated and press-hardened in a thermal shaping tool (step IV). The produced part is provided with the desired edge contour as early as following the thermal shaping process such that the final step of cutting the edge of the part is eliminated, which allows the cycle times during the production of hardened parts made of steel sheet to be substantially reduced.

(57) Zusammenfassung: Zur Herstellung eines metallischen Formbauteils, insbesondere eines Karosseriebauteils, aus einem Halbzeug aus einem ungehärteten warmformbarem Stahlblech wird das Halbzeug zunächst durch ein Kaltumformverfahren, insbesondere durch Tiefziehen, zu einem ein Bauteil-Rohling umgeformt (Prozessschritt II). Anschliessend wird der Bauteil-Rohling randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil näherungsweise entsprechende Berandungskontur beschnitten (Prozessschritt III). Schliesslich wird der beschnittene Bauteil-Rohling erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug pressgehärtet (Prozessschritt IV). Das dabei erzeugte Bauteil weist bereits nach dem Warmumformen die gewünschte Berandungskontur auf, so dass eine abschliessende Beschneidung des Bauteilrandes entfällt. Auf diese Weise können die Zykluszeiten bei der Herstellung gehärteter Bauteile aus Stahlblech erheblich gesenkt werden.

WO 2004/033126 A1

10/527721

DA Rec'd PCT/PTO 14 MAR 2005

3/pts

Preßgehärtetes Bauteil
und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils, insbesondere eines Karosseriebauteils, aus einem Halbzeug aus warmformbarem Stahlblech.

Viele Bauteile, insbesondere Karosseriebauteile im Fahrzeugbau, müssen hohe Anforderungen in bezug auf Steifigkeit und Festigkeit erfüllen. Gleichzeitig sollen die Bauteile im Interesse der Gewichtsreduzierung eine möglichst geringe Materialdicke aufweisen. Um diesen beiden Anforderungen gerecht zu werden, kommen verstärkt hochfeste und höchstfeste Stahlwerkstoffe zum Einsatz, welche - je nach Zusammensetzung und Wärmebehandlung - sehr hohe Festigkeiten aufweisen. Die Herstellung von Karosseriebauteilen aus diesen höchstfesten Stahlblechen erfolgt vorzugsweise in einem Warmumformprozess, bei dem - wie beispielsweise in der DE 100 49 660 A1 beschrieben - eine Platine erwärmt und anschließend in einem speziellen Formwerkzeug geformt und gehärtet wird. Durch eine geeignete Wahl der Prozessparameter während des Warmumformens können dabei die Festigkeits- und Zähigkeitswerte des Bauteils gezielt eingestellt werden.

Zur Herstellung eines solchen Bauteils mit Hilfe der Warmumformung wird zunächst aus einem Coil eine Platine ausgeschnitten, die anschließend oberhalb der Gefügeumwandlungstemperatur des Stahlwerkstoffs, oberhalb derer das Werkstoffgefüge im austenitischen Zustand vorliegt, erwärmt, im erwärmten Zustand in ein Umformwerkzeug eingelegt und in die gewünschte Bauteilform umgeformt und unter mechanischer Fixierung des gewünschten Umformzustands abgekühlt, wobei eine Vergütung bzw. Härtung des Bauteils erfolgt.

Um ein auf diese Weise hergestelltes Bauteil maßhaltig zu schneiden, ist allerdings ein hoher apparativer Aufwand erforderlich: Insbesondere sind zum kalten Schneiden gehärteter Werkstoffe sehr hohe Schneidkräfte erforderlich, was zu einem schnellen Werkzeugverschleiß und hohen Instandhaltungskosten führt. Weiterhin ist das kalte Beschneiden solcher hochfester Bauteile problematisch, da beispielsweise die im kalten Zustand beschnittenen Bauteilkanten mehr oder weniger große Grate aufweisen, was aufgrund der hohen Kerbempfindlichkeit der hochfesten Werkstoffe zu einer schnellen Rissbildung im Bauteil führen kann.

Zur Vermeidung dieser beim mechanischen Beschneiden der gehärteten Bauteile auftretenden Schwierigkeiten werden vielfach alternative Schneidverfahren eingesetzt, wie zum Beispiel Laserschneiden oder Wasserstrahlschneiden. Zwar kann mit Hilfe dieser Verfahren ein qualitativ hochwertiger Beschnitt der Bauteilkante erreicht werden, jedoch arbeiten diese Schneidverfahren vergleichsweise langsam, da die Zykluszeiten hier unmittelbar von der Länge der Schnittkante sowie von den einzuhaltenden Toleranzen abhängen. Der abschließende Beschneidungsprozess stellt somit einen Flaschenhals bei der Herstellung warmumgeformter Bauteile her, der die Zahl der pro Zeiteinheit herzustellenden Bauteile begrenzt. Zwar kann die Gesamtzykluszeit der Bauteilherstellung reduziert werden, wenn - je nach Länge der Schnittkante - mehrere parallel arbeitende Laser- oder Wasserstrahlschneidanlagen bereitgestellt werden, jedoch ist dies mit hohen Zusatzinvestitionen und Logistikaufwand verbunden und daher nachteilig.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, den Verfahrensablauf bei der Herstellung von Bauteilen aus warmumformbaren Blechen dahingehend zu verbessern, dass die Zykluszeit - unabhängig von der Länge der Bauteilaußenkontur - reduziert werden kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Grundidee der Erfindung besteht in der Überlegung, dass der Bauteil-Herstellungsprozess in einer solchen Weise gestaltet werden sollte, dass auf die verfahrenstechnisch aufwendige und kostenintensive abschließende Beschneidung des gehärteten Bauteils verzichtet werden kann. Die Randbereiche werden daher erfindungsgemäß bereits im ungehärteten Zustand des Bauteils abgeschnitten und nicht erst - wie herkömmlicherweise beim Warmumformen üblich - nach dem Erwärmungs- und Härteprozess.

Der erfindungsgemäße Herstellungsprozess sieht somit vor, dass zunächst aus einem Coil aus einem warmumformbaren Stahlblech eine Platine ausgeschnitten wird. Aus dieser Platine wird anschließend mittels eines herkömmlichen Kaltumformverfahrens, z.B. durch Tiefziehen, und anschließendem Beschneiden der Randbereiche ein Bauteil-Rohling geformt, der bereits sowohl (näherungsweise) die gewünschte dreidimensionale Form als auch (näherungsweise) die gewünschte Außenkontur des fertigen Bauteils hat. Dieser Bauteil-Rohling wird anschließend auf eine oberhalb der Umformtemperatur des Werkstoffs liegende Temperatur erwärmt und im Warmzustand in ein Warmumform-Werkzeug transferiert, in dem das Bauteil pressgehärtet wird. In diesem Verfahrensschritt erfährt der Bauteil-Rohling eine vergleichsweise geringe Umformung und wird gleichzeitig einer gezielten Wärmebehandlung unterzogen, im Zuge derer eine bauteilübergreifende oder lokale Härtung erfolgt.

Da der Bauteil-Rohling zu Beginn der Warmumformung bereits annähernd die gewünschten Maße aufweist, ist während der Warmumformung nur noch eine verhältnismäßig geringe Anpassung bzw. Korrektur der Bauteilkontur notwendig. Dadurch werden die Bauteilränder nur unwesentlich geändert, so dass die Notwendigkeit einer abschließenden Beschneidung der Bauteilränder entfällt. Unter „Bauteilrändern“ sind hier sowohl äußere

Berandungen als auch innere Randbereiche (Berandungen von Durchbrüchen des Bauteils) zu verstehen.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Warmumformverfahren erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren das Beschneiden der überschüssigen Randbereiche somit vor der Warmumformung; zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Bauteil-Rohling in einem weichen (ungehärteten) Zustand und kann daher mit Hilfe herkömmlicher mechanischer Verfahren beschnitten werden. Somit kann auf die aufwendige und zeitraubende Laser- bzw. Wasserstrahlbeschneidung des fertigen Pressteils verzichtet werden, so dass die Durchlaufzeiten im Vergleich zum konventionellen Prozessablauf erheblich gesenkt werden können. Gleichzeitig wird eine hochwertige Schnittkante erreicht.

Weiterhin erfolgt bei Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Warmumformwerkzeug nun noch eine geringe Umformung des Bauteils; somit kann der Werkzeugverschleiß des Warmumformwerkzeugs erheblich reduziert werden.

Da die Bauteilgeometrie (fast) vollständig durch Kaltumformung hergestellt wird, kann die Herstellung des Bauteils im Zuge der Konstruktionsphase durch konventionelle Umformsimulation abgesichert werden. Dies ermöglicht reduzierte Entwicklungskosten für Bauteil und Werkzeug.

Besondere Vorteile lassen sich erzielen, wenn als Kaltumformungsverfahren zur endformnahen Ausformung der Bauteilgeometrie ein (mehrstufiges) Tiefziehverfahren verwendet wird (siehe Anspruch 2). Da im Weichzustand eine mehrstufige Umformbarkeit des Bauteil-Rohlings möglich ist, können auch komplexe Bauteilgeometrien ausgeformt werden. Vorteilhafterweise wird in die letzte Stufe des Tiefziehwerkzeugs mit Schneidwerkzeugen versehen, so dass die Beschneidung des Bauteil-Rohlings direkt im Kaltumformwerkzeug erfolgt.

Zur Beschneidung des Bauteil-Rohlings kommen vorzugsweise mechanische Schneidmittel zum Einsatz (siehe Anspruch 3). Diese Schneidmittel können insbesondere in Form von Abkant- und/oder Stanzwerkzeugen in das Kaltumformwerkzeug integriert sein, so dass die Randbeschneidung nicht in einem separaten Verfahrensschritt, sondern als Teil der Kaltumformung erfolgt (siehe Anspruch 4).

Um die Zykluszeit des Gesamtprozesses weiter reduzieren zu können, ist es vorteilhaft, den Prozessschritt der Presshärtung des beschnittenen Bauteil-Rohlings zeitlich möglichst kurz zu gestalten, um einen möglichst hohen Durchsatz von Bauteilen pro Warmumform-Werkzeug zu gewährleisten. Hierzu sollte das fertig ausgeformte Bauteil möglichst schnell abgekühlt werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform wird das fertig ausgeformte Bauteil in einem Werkzeug abgeschreckt, welches mit Hilfe einer Sole (mit Temperatur $< 0^{\circ}\text{C}$) als Kühlmittel gekühlt wird (siehe Anspruch 5); eine solche Sole hat eine besonders hohe Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität. Auf diese Weise kann eine besonders schnelle Kühlung des Bauteils erreicht werden.

Eine zusätzliche Reduktion der Zykluszeit des Gesamtprozesses lässt sich erreichen, wenn das Bauteil über mehrere Stationen (entsprechend mehreren Werkzeugsätzen) hinweg abgekühlt wird. So wird in einer ersten Station das Bauteil so weit abgeschreckt, bis die Martensit-Grenztemperatur unterschritten ist. Die Bauteilfestigkeit ist dann bereits ausreichend für einen Weitertransport zur nächsten Station (bzw. dem nächsten Werkzeug). In dieser zweiten (bzw. einer Folge von weiteren) Station wird das Bauteil dann bis auf Handtemperatur abgekühlt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird für die Herstellung des Bauteils ein Halbzeug aus einem lufthärtenden Stahl verwendet (siehe Anspruch 6). Ein Vorteil von lufthärtenden Stählen besteht darin, dass zum Abschrecken des Bauteils

prinzipiell keine zusätzliche Kühlung (z.B. durch das Warmumform-Werkzeug) notwendig ist. In diesem Fall wird der Bauteil-Rohling im Warmumform-Werkzeug auf Endkontur geformt und dann nur solange im Warmumform-Werkzeug abgekühlt, bis eine ausreichende Warmfestigkeit, Steifigkeit und damit verbundene Maßhaltigkeit des Bauteils erreicht ist. Anschließend kann das Bauteil aus dem Warmumform-Werkzeug entnommen und an der Luft fertig abgekühlt werden; das Warmumform-Werkzeug steht somit für die Aufnahme eines weiteren Bauteil-Rohlings bereit. Auf diese Weise können die Zykluszeiten bei der Herstellung gehärteter Bauteile weiter verkürzt werden. - Erfolgt die Lufthärtung unter einem Schutzgas, so ergibt sich - zusätzlich zu diesem Zeitgewinn - der weitere Vorteil, dass sich auf dem Bauteil kein Zunder bildet und somit die aufwendige nachträgliche Entzunderung entfällt (siehe Anspruch 7).

Bei einer solchen Erwärmung und Wärmebehandlung unter Schutzgas bleibt das Bauteil frei von Oberflächenverschmutzungen und kann daher mit Vorteil direkt im Anschluss an die Warmumformung und Abschreckung (d.h. nach Abkühlung auf eine Temperatur unterhalb der Martensittemperatur) einer Oberflächenbeschichtung unterzogen werden (siehe Anspruch 8). Im Zuge dieser Oberflächenbeschichtung können insbesondere korrosionshemmende Schutzschichten (z.B. durch Verzinken) auf die Bauteiloberfläche aufgebracht werden. Dabei kann direkt die von der Warmumformung herrührende, im Bauteil verbliebene Restwärme genutzt werden. Anschließend kann eine weitere Wärmebehandlung des Bauteils durch Anlassen erfolgen.

Die Erwärmung des beschnittenen Bauteil-Rohlings vor der Warmumformung kann in einem Durchlaufofen erfolgen (siehe Anspruch 9). Alternativ wird die Erwärmung induktiv durchgeführt (siehe Anspruch 10). Eine solche induktive Erwärmung erfolgt sehr schnell, weswegen in diesem Fall ein zusätzlicher Zeitgewinn in der Gesamtprozesszeit erreicht werden kann. Aufgrund der kurzen Aufheizdauer tritt weiterhin während der Erwärmung nur eine vernachlässigbare Verzunderung

der Bauteiloberflächen auf, weswegen die Verwendung von Schutzgas entfallen kann. Die induktive Erwärmung hat besondere Vorteile in denjenigen Anwendungsfällen, in denen nicht das gesamte Bauteil, sondern nur ausgewählte Bereiche des Bauteils pressgehärtet werden sollen: Dann werden selektiv - durch geeignete Gestaltung der Induktoren - nur die ausgewählten, zu härtenden Bereiche erwärmt und anschließend im Warmumform-Werkzeug gehärtet, während die restlichen, unerwärmten Bereiche zwar im Warmumform-Werkzeug umgeformt werden, aber in der ursprünglichen Duktilität verbleiben. Alternativ bzw. zusätzlich ermöglicht das Induktionserwärmen eine Einstellung der Bauteileigenschaften über die Blechdicke hinweg („weicher Kern - harte Deckschicht“). Auf diese Weise können lokal variable Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften auf dem fertigen Bauteil erreicht werden.

Zur induktiven Erwärmung kann eine getrennte, zwischen Schneidvorrichtung und Warmumform-Werkzeug angeordnete Heizstation - analog zum Durchlaufofen - vorgesehen werden. Im Unterschied zu einer Erwärmung im Durchlaufofen - bei der eine gewisse Erwärmungsstrecke notwendig ist - ist die induktive Erwärmung mit einem geringen Platzbedarf verbunden, was zu Kosteneinsparungen führt. Die Form und Anordnung der Induktoren wird auf die Form des beschnittenen Bauteil-Rohlings bzw. der zu erwärmenden Bereiche abgestimmt. Alternativ zur Erwärmung in einer getrennten Heizstation kann die Erwärmung auch in der Schneidvorrichtung (direkt nach der Randbeschneidung) oder im Warmumform-Werkzeug (direkt vor der Warmumformung) erfolgen. Hierzu ist die Schneidvorrichtung bzw. das Umformwerkzeug mit internen Induktoren versehen, oder das Bauteil wird mit Hilfe von externen, entsprechend geformten Induktoren erhitzt, welche nach der Randbeschneidung bzw. vor der Warmumformung in die geöffnete Schneidvorrichtung bzw. das geöffnete Warmumform-Werkzeug eingeführt und dort an die gewünschte Stelle des Bauteils plaziert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 ein Verfahrensschema des erfindungsgemäßen Herstellungsprozesses eines pressgehärteten Bauteils:

Fig. 1a: Zuschneiden der Platine (Schritt I)

Fig. 1b: Kaltumformung (Schritt II)

Fig. 1c: Beschneiden der Ränder (Schritt III)

Fig. 1d: Warmumformung (Schritt IV)

Fig. 1e: Trockenreinigung (Schritt V);

Fig. 2 perspektivische Ansichten ausgewählter Zwischenstufen bei der Herstellung des Bauteils:

Fig. 2a: ein Halbzeug;

Fig. 2b: ein daraus geformter Bauteil-Rohling;

Fig. 2c: ein beschnittener Bauteil-Rohling;

Fig. 2d: das fertige Bauteil.

Figuren 1a bis 1e zeigen eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines räumlich geformten, pressgehärteten Bauteils 1 aus einem Halbzeug 2. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird als Halbzeug 2 eine Platine 3 verwendet, welche aus einem abgewickelten Blechcoil ausgeschnitten wird. Alternativ kann als Halbzeug ein Verbundblech zum Einsatz kommen, welches - wie z.B. in der DE 100 49 660 A1 beschrieben - aus einem Basisblech und mindestens einem Verstärkungsblech besteht. Weiterhin kann als Halbzeug ein Taylored Blank verwendet werden, welches aus mehreren zusammengeschweißten Blechen unterschiedlicher Materialstärke und/oder unterschiedlicher Materialbeschaffenheit besteht. Alternativ kann das Halbzeug ein durch ein beliebiges Umformverfahren hergestelltes dreidimensional geformtes Blechteil sein, welches mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens eine weitere Umformung sowie eine Festigkeits-/Steifigkeitserhöhung erfahren soll.

Das Halbzeug 2 besteht aus einem warmformbaren Stahl. Als Beispiel eines solchen Werkstoffs sei an dieser Stelle der unter der Handelsbezeichnung BTR 155 vertriebene lufthärtende Stahl der Firma Benteler genannt, der die nachfolgend aufgeführte Legierungszusammensetzung aufweist, wobei die zusätzlich zu dem Basismetall Eisen hinzuzufügenden Gehalte der Legierungspartner in Massenprozent zu verstehen sind:

Kohlenstoff: 0,18 - 0,28%,
Silizium: max. 0,7%,
Mangan: 2,00 - 4,00%,
Phosphor: max. 0,025%,
Schwefel: max. 0,010%,
Chrom: max. 0,7%,
Molybdän: max. 0,55%,
Nickel: max. 0,6%,
Aluminium: 0,020 - 0,060%.

In einem ersten Prozessschritt I wird die Platine 3 - wie in Figur 1a dargestellt - aus einem abgewickelten und geradegerichteten Abschnitt eines Coils 5 aus einem warmumformbaren Blech ausgeschnitten. Der warmumformbare Werkstoff befindet sich zu diesem Zeitpunkt in einem „weichen“ (d.h. ungehärteten) Zustand, so dass die Platine 3 problemlos mit Hilfe konventioneller mechanischer Schneidmittel - beispielsweise mit Hilfe einer Hubschere 4 - ausgeschnitten werden kann. Im Großserieneinsatz erfolgt das Zuschneiden der Platine 3 vorteilhafterweise mit Hilfe einer Platinenpresse 6, welche eine automatisierte Zuführung des Coils 5 und ein automatisches Ausstanzen und Abführung der ausgeschnittenen Platine 3 gewährleistet. Die auf diese Weise ausgeschnittene Platine 3 ist in Figur 2a in einer schematischen perspektivischen Ansicht dargestellt

Die ausgeschnittenen Platinen 3 werden auf einem Stapel 7 abgelegt und werden in gestapelter Form einer Kaltumformstation 8 zugeführt (siehe Figur 1b). Hier wird in einem zweiten Prozessschritt II aus der Platine 3 mit Hilfe des

Kaltumform-Werkzeugs 8 - im vorliegenden Beispiel einem zweistufigen Tiefziehwerkzeug 9 - ein Bauteil-Rohling 10 geformt. Um dabei prozesssicher eine qualitativ hochwertige Ausformung der Bauteilgeometrie gewährleisten zu können, muss während des Kaltumformungsprozesses gezielt ein vorherbestimmter, optimierter Werkstofffluss auf der Platine 3 sichergestellt werden. Um dies zu erreichen, weist die Platine 3 Randbereiche 11 auf, die über eine (in Figur 2a gestrichelt angedeutete) Außenkontur 12 des zu formenden Bauteils 1 hinausragen. In diesen Randbereichen 11 werden während des Ziehprozesses durch Niederhalter 13 gesteuert Kräfte ausgeübt, welche einen gezielten Materialfluss auf der Platine 3 und somit ein hochqualitatives Ziehergebnis bewirken.

Im Rahmen dieses Kaltumformprozesses (Prozessschritt II) wird der Bauteil-Rohling 10 endkonturnah ausgeformt. Unter „endkonturnah“ soll dabei verstanden werden, dass diejenigen Teile der Geometrie des fertigen Bauteils 1, welche mit einem makroskopischen Materialfluss einhergehen, nach Abschluss des Kaltumformprozesses vollständig in den Bauteil-Rohling 10 eingeformt sind. Nach Abschluss des Kaltumformprozesses (Prozessschritt II) sind somit zur Herstellung der dreidimensionalen Form des Bauteils 1 nur noch geringe Formanpassungen notwendig, welche einen minimalen (lokalen) Materialfluss erfordern; der Bauteil-Rohling 10 ist in Figur 2b dargestellt.

Je nach Komplexität der Bauteilgeometrie kann die endkonturnah Formgebung in einem einzigen Tiefziehschritt erfolgen, oder sie kann mehrstufig - beispielsweise in der in Figur 1b gezeigten zweistufigen Tiefziehpresse 9 - erfolgen.

Anschließend an den Kaltumformprozess wird der Bauteil-Rohling 10 in eine Schneidvorrichtung 15 eingelegt und dort beschnitten (Prozessschritt III, Figur 1c). Da der Werkstoff des Bauteil-Rohlings 10 sich zu diesem Zeitpunkt noch in einem „weichen“, d.h. ungehärteten Zustand befindet, kann dieser Beschneideprozess mit Hilfe mechanischer Schneidmittel 14

(insbesondere mit Schneidmessern, Abkant- und/oder Stanzwerkzeugen) erfolgen.

Für den Beschneidevorgang kann - wie in Figur 1c gezeigt - eine separate Schneidvorrichtung 15 vorgesehen sein. Alternativ können die Schneidmittel 14 in die letzte Stufe 9' des Tiefziehwerkzeugs 9 integriert sein, so dass in der letzten Tiefziehstufe 9' zusätzlich zu der Fertigformung des Blechteil-Rohlings 10 auch die randseitige Beschneidung erfolgt.

Durch den Kaltumform- und den Beschneideprozess (Prozessschritte II und III) wird somit aus der Platine 3 ein endkonturnaher beschnittener Bauteil-Rohling 17 hergestellt, der sowohl in bezug auf seine dreidimensionale Form als auch in bezug auf seine Randkontur 12' nur wenig von der gewünschten Bauteilform abweicht. Die abgeschnittenen Randbereiche 11 werden in der Schneidvorrichtung 15 abgeführt; der Bauteil-Rohling 17 (Figur 2c) wird mit Hilfe eines Manipulators 19 aus der Schneidvorrichtung 15 entnommen und der nächsten Prozessstufe zugeführt.

In der nun folgenden Prozessstufe IV (Figur 1d) wird der beschnittene Bauteil-Rohling 17 nun einer Warmumformung unterzogen, im Rahmen derer er auf die endgültige Bauteilform 1 ausgeformt und gehärtet wird. Hierzu wird der beschnittene Bauteil-Rohling 17 von einem Manipulator 20 in einen Durchlaufofen 21 eingelegt, wo er auf eine Temperatur erhitzt wird, die oberhalb der Gefügeumwandlungstemperatur in den austenitischen Zustand liegt; je nach Stahlsorte entspricht dies einer Erhitzung auf eine Temperatur zwischen 700° C und 1100° C. Vorteilhafterweise ist die Atmosphäre des Durchlaufofens 21 durch eine gezielte und ausreichende Zugabe eines Schutzgases inertisiert, um ein Verzundern nicht beschichteter Schnittstellen 12' der beschnittenen Rohlinge 17 oder - bei Verwendung unbeschichteter Bleche - an der gesamten Rohlingsoberfläche zu verhindern. Als Schutzgas kann beispielsweise Kohlendioxid und/oder Stickstoff verwendet werden.

Der erhitzte beschnittene Bauteil-Rohling 17 wird dann mit Hilfe eines Manipulators 22 in ein Warmumform-Werkzeug 23 eingelegt, in dem die dreidimensionale Gestalt und die Randkontur 12' des beschnittenen Bauteil-Rohlings 17 auf ihr endgültiges, gewünschtes Maß gebracht werden. Da der beschnittene Bauteil-Rohling 17 bereits endkonturnahe Maße aufweist, ist während des Warmumformung nur noch eine geringe Formanpassung notwendig. Im Warmumform-Werkzeug 23 wird der beschnittene Rohling 17 fertiggeformt und schnell abgekühlt, wodurch ein feinkörniges martensitisches oder bainitisches Werkstoffgefüge eingestellt wird. Dieser Verfahrensschritt entspricht einer Härtung des Bauteils 1 und ermöglicht eine gezielte Einstellung der Werkstofffestigkeit. Einzelheiten und verschiedene Ausgestaltungen dieses Härtungsprozesses sind beispielsweise in der DE 100 49 660 A1 beschrieben. Dabei kann eine bauteilübergreifende Härtung des gesamten Bauteils 1 erfolgen; alternativ können durch eine geeignete Gestalt des Warmumform-Werkzeugs (z.B. isolierende Einsätze, Luftspalte etc.) ausgewählte Bereiche des Bauteils 1 von der Härtung ausgespart werden, so dass die Härtung des Bauteils 1 nur lokal erfolgt.

Ist der gewünschte Härtungszustand des Bauteils 1 erreicht, so wird das Bauteil 1 aus dem Warmumform-Werkzeug 23 entnommen. Aufgrund der dem Warmumformungsprozess vorgelagerten endkonturnahen Beschneidung des Bauteil-Rohlings 10 sowie der Formanpassung der Außenberandung 12' im Warmumform-Werkzeug 23 weist das Bauteil 1 nach Abschluss des Warmumformprozesses bereits die gewünschte Außenkontur 24 auf, so dass nach der Warmumformung keine zeitaufwendige Beschneidung des Bauteilrandes notwendig ist.

Um eine schnelle Abschreckung des Bauteils 1 im Zuge der Warmumformung zu erreichen, wird das Bauteil 1 in einem durch Sole gekühlten Warmumform-Werkzeug 23 abgeschreckt. Eine solche Sole hat eine hohe Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität

umspült. Abhängig von den zugesetzten Salzen kann die Sole auf Temperaturen weit unterhalb des Gefrierpunktes von Wasser gekühlt werden.

Die Warmumformung des Bauteils 1 geht im Regelfall einher mit einer Verzunderung der Bauteiloberfläche, so dass das Bauteil 1 in einem weiteren Verfahrensschritt (Prozessschritt V, Figur 1e) in einer Trockenreinigungsstation 25 (beispielsweise mittels Kugelstrahlen) entzundert werden muss.

Durch den in Figuren 1a bis 1e dargestellten Verfahrensablauf mit der endkonturnahen Beschneidung der Bauteil-Rohlinge 10 im weichen Zustand wird eine erhebliche Verkürzung der Zykluszeit gegenüber dem herkömmlichen Verfahrensablauf erreicht, bei dem das fertige, gehärtete Bauteil erst nach der Warmumformung mittels (Laser-) Schneidens auf das gewünschte Maß beschnitten wird. Wird das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt, so weist das Bauteil 1 nach Abschluss des Warmumformungsprozesses (Prozessschritt IV) bereits die gewünschte endgültige Außenkontur 24 auf, so dass die Hartbeschneidung - die im herkömmlichen Verfahrensablauf den Flaschenhals bildete - entfällt.

Im erfindungsgemäßen Verfahrensablauf stellt nunmehr die Abkühlung des fertig ausgeformten Bauteils 1 im Warmumform-Werkzeug 23 den Engpass des Gesamtverfahrens dar: Bei einer Härtung im Werkzeug 23 beträgt nämlich die insgesamt erforderliche Abkühlzeit bei guter Auslegung der werkzeugintegrierten Kühlung je nach Blechdicke, Werkstückgröße und Endtemperatur etwa 20 bis 40 Sekunden, wobei das Gros der Fälle im Bereich zwischen 25 und 30 Sekunden liegt. Eine Verkürzung der Zykluszeit kann hier durch den Einsatz lufthärtender Stähle als Werkstoffe für die Bauteile 1 erreicht werden: In diesem Fall braucht das Bauteil 1 im Warmumform-Werkzeug 23 nur so weit abgekühlt zu werden, bis eine ausreichende Warmfestigkeit, Steifigkeit und damit verbundene Maßhaltigkeit des Bauteils 1 erreicht ist; dann kann das Bauteil

1 aus dem Werkzeug 23 entnommen werden, so dass der weitere Wärmebehandlungsvorgang an der Luft außerhalb des Werkzeugs 23 erfolgt, und das Warmumform-Werkzeug 23 für die Aufnahme eines nächsten Bauteil-Rohlings 17 bereitsteht. Auf diese Weise kann die Verweilzeit des Bauteils 1 im Warmumform-Werkzeug 23 auf wenige (< 10) Sekunden reduziert werden, was zu einer weiteren Verkürzung der Gesamt-Zykluszeit führt.

Zusätzliche Einsparungen bzw. Reduktionen der Zykluszeit können erzielt werden, wenn nicht nur die Erwärmung der Bauteil-Rohlinge 17, sondern auch die Warmumformung in einer Schutzgasatmosphäre erfolgt; in diesem Fall ist das Umformwerkzeug 23, wie in Figur 1d gestrichelt angedeutet, in die Schutzgasatmosphäre 26 des Durchlaufofens 21 integriert. Dadurch wird ein verzunderfreier Presshärtungsprozess realisiert, so dass die ansonsten bislang notwendige nachfolgende Trockenreinigung der Bauteile 1 (Prozessschritt V) entfallen kann.

Alternativ zu der Erwärmung der Bauteil-Rohlinge 17 in dem Durchlaufofen 21 kann die Erwärmung induktiv erfolgen.

.oOo.

Patentansprüche

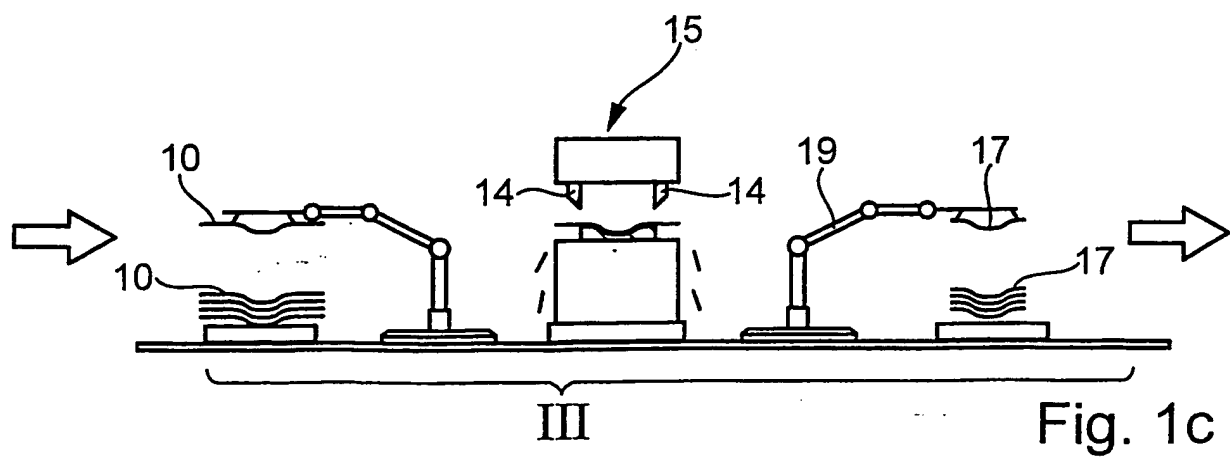
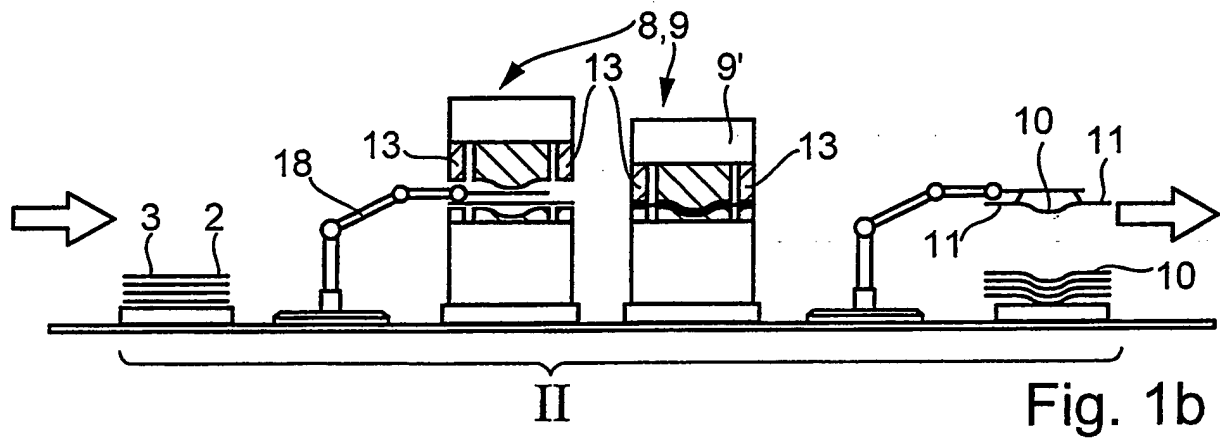
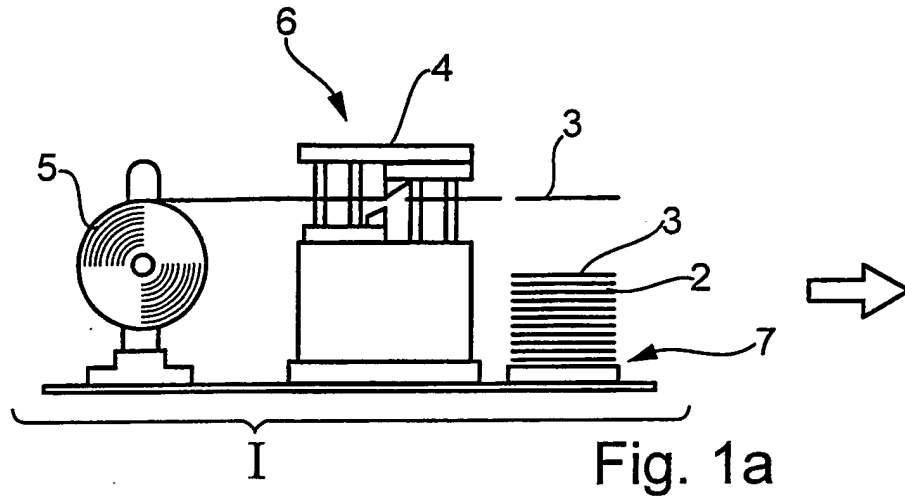
1. Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils, insbesondere eines Karosseriebauteils, aus einem Halbzeug aus einem ungehärteten warmformbarem Stahlblech mit den folgenden Verfahrensschritten:
 - aus dem Halbzeug (2) wird durch ein Kaltumformverfahren, insbesondere ein Ziehverfahren, ein Bauteil-Rohling (10) geformt (Prozessschritt II);
 - der Bauteil-Rohling (10) wird randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil (1) näherungsweise entsprechende Berandungskontur (12') beschnitten (Prozessschritt III);
 - der beschnittene Bauteil-Rohling (17) wird erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug (23) pressgehärtet (Prozessschritt IV).
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Ausformung des Bauteil-Rohlings (10) aus dem Halbzeug (2) ein Tiefziehverfahren verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bauteil-Rohling (10) mit Hilfe eines mechanischen Schneideverfahrens (15) beschnitten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Beschneidung des Bauteil-Rohlings (10) als Teil
der Kaltumformung erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Werkzeug (23) mit einer Sole gekühlt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Halbzeug (2) aus einer lufthärtenden Stahllegie-
rung besteht.
7. Verfahren nach der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Erwärmung und Warmumformung des beschnittenen
Bauteil-Rohlings (17) in einer Schutzgasatmosphäre (26)
erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 - dass das Bauteil (1) nach der Warmumformung (Prozess-
schritt IV) auf eine Temperatur unterhalb der Marten-
sittemperatur abgekühlt wird
 - und unmittelbar anschließend mit einer Oberflächenbe-
schichtung, insbesondere einer Korrosionsschutzschicht,
versehen wird.
9. Verfahren nach der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Erwärmung des beschnittenen Bauteil-Rohlings
(17) in Prozessschritt IV in einem Durchlaufofen (21) er-
folgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Erwärmung des beschnittenen Bauteil-Rohlings
(17) in Prozessschritt IV induktiv erfolgt.

.oOo.

10/527721



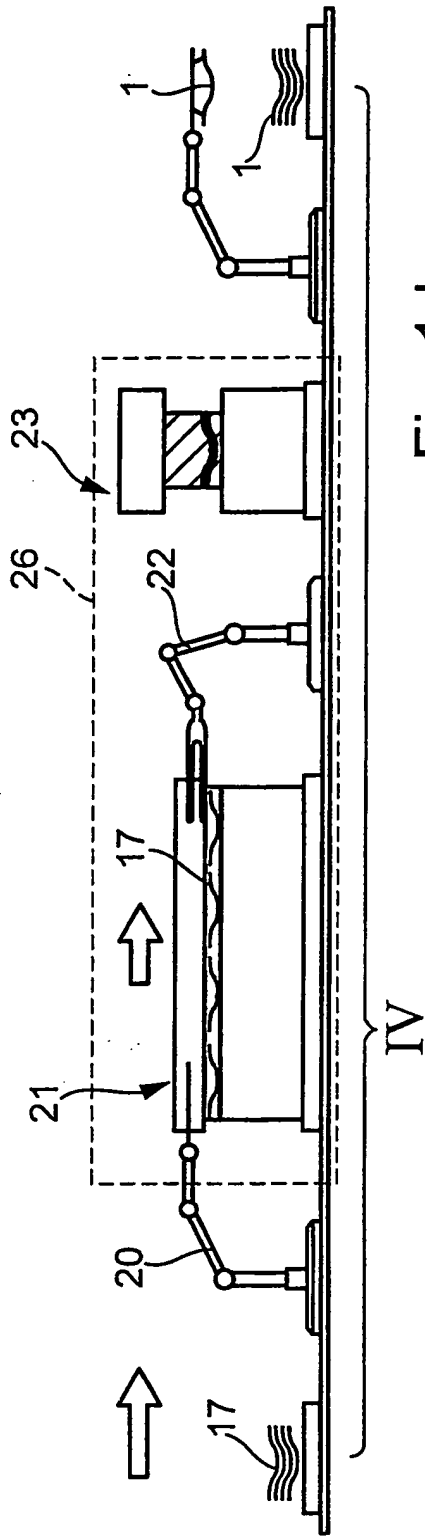


Fig. 1d

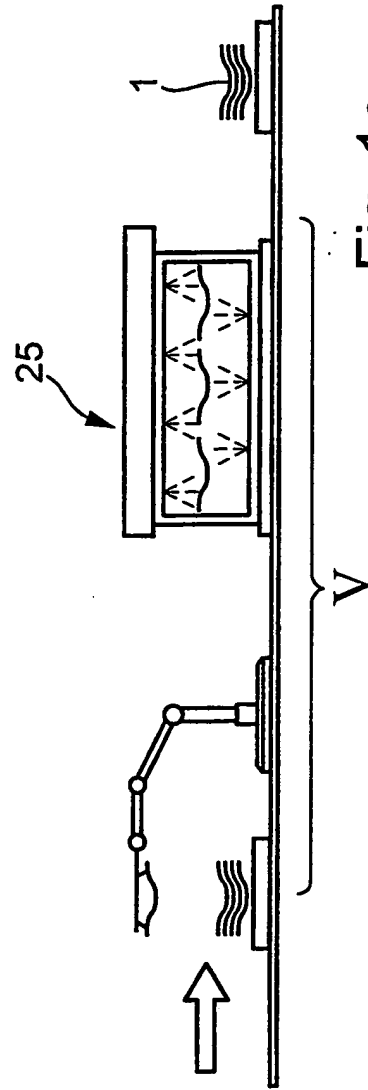


Fig. 1e

10/527721

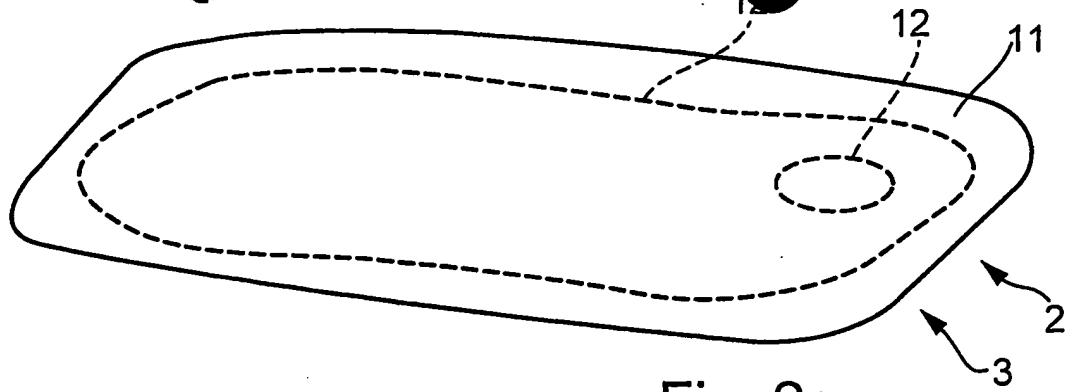


Fig. 2a

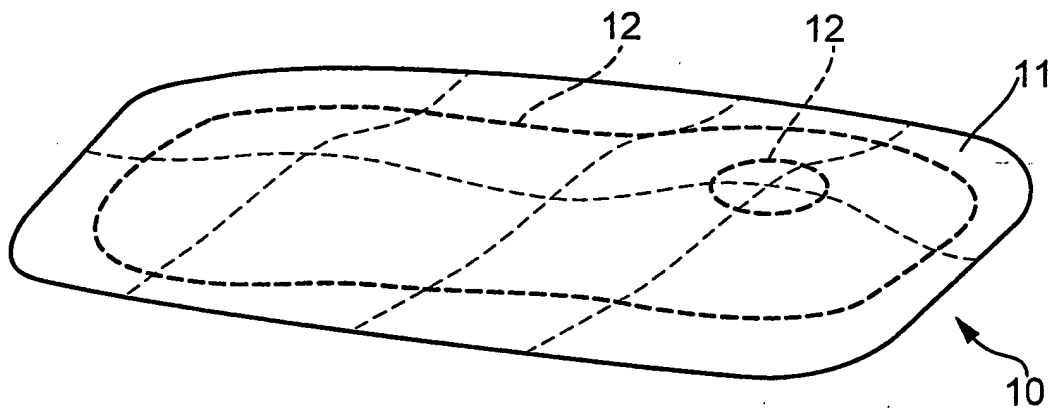


Fig. 2b

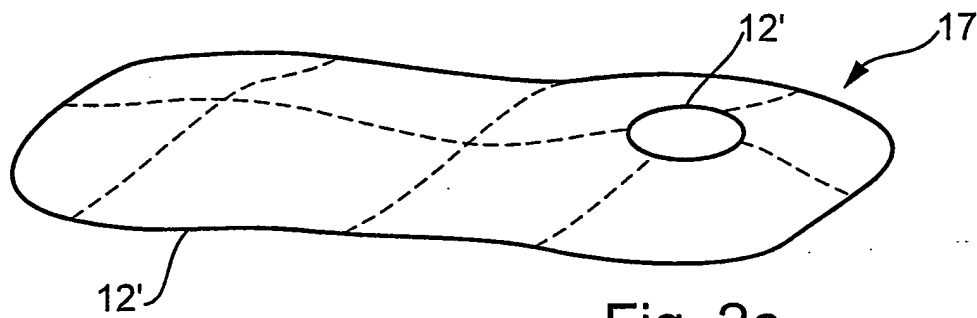


Fig. 2c

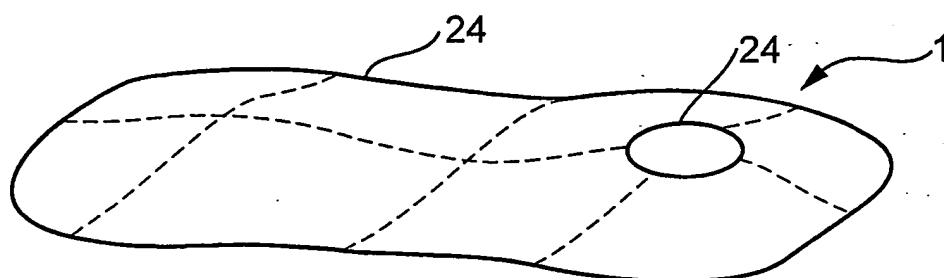


Fig. 2d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT 03/09607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B21D35/00 B21D53/88 C21D1/673

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B21D C21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 49 221 C (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH) 8 August 2002 (2002-08-08) abstract; claims 1,2,5 ---	1-10
A	US 5 669 992 A (KARY JOHN J ET AL) 23 September 1997 (1997-09-23) claims 1,2,5,6,11; figures 1,2 ---	1-10
A	DE 24 52 486 A (NORRBOTTENS JAERNVERK AB) 7 May 1975 (1975-05-07) page 1 -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 November 2003

Date of mailing of the international search report

17/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Forciniti, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/03/09607

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10149221	C	08-08-2002	DE 10149221 C1	08-08-2002
			EP 1300475 A2	09-04-2003
			US 2003066582 A1	10-04-2003
<hr/>				
US 5669992	A	23-09-1997	NONE	
<hr/>				
DE 2452486	A	07-05-1975	SE 435527 B	01-10-1984
			DE 2452486 A1	07-05-1975
			DK 306581 A ,B,	10-07-1981
			DK 576474 A	04-08-1975
			FI 321874 A	07-05-1975
			FI 793540 A	12-11-1979
			GB 1490535 A	02-11-1977
			NO 743986 A ,B,	02-06-1975
			SE 7315058 A	07-05-1975
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT 03/09607

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B21D35/00 B21D53/88 C21D1/673

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B21D C21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 49 221 C (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH) 8. August 2002 (2002-08-08) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2,5	1-10
A	US 5 669 992 A (KARY JOHN J ET AL) 23. September 1997 (1997-09-23) Ansprüche 1,2,5,6,11; Abbildungen 1,2	1-10
A	DE 24 52 486 A (NORRBOTTENS JAERNVERK AB) 7. Mai 1975 (1975-05-07) Seite 1	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/11/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Forciniti, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/09607

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10149221 C	08-08-2002	DE 10149221 C1	08-08-2002
		EP 1300475 A2	09-04-2003
		US 2003066582 A1	10-04-2003
US 5669992 A	23-09-1997	KEINE	
DE 2452486 A	07-05-1975	SE 435527 B	01-10-1984
		DE 2452486 A1	07-05-1975
		DK 306581 A ,B,	10-07-1981
		DK 576474 A	04-08-1975
		FI 321874 A	07-05-1975
		FI 793540 A	12-11-1979
		GB 1490535 A	02-11-1977
		NO 743986 A ,B,	02-06-1975
		SE 7315058 A	07-05-1975